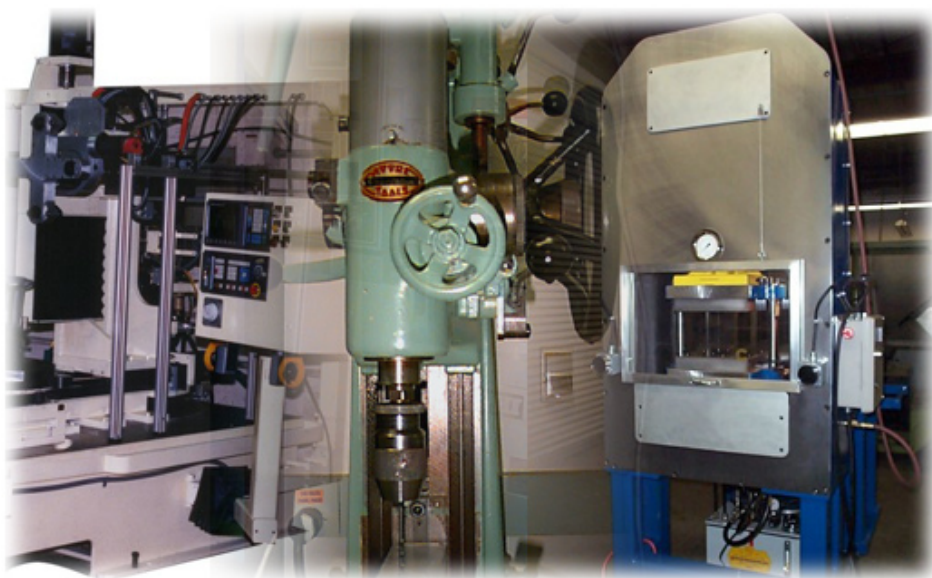


ميكانيكا إنتاج

تقنية تشكيل (عملي)

٢١١ ميك



الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تقنية تشكيل " لمتدربي قسم " ميكانيكا إنتاج " للكلليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية تشكيل

التدريبات العملية

التدريبات العملية

التدريبات العملية للوحدة الأولى

كما تم ذكره سابقاً، فإن التدريبات العملية في كل وحدة تحتوي على تدريب عملي واحد أو أكثر، وكل تدريب يحتوي على الهدف منه وأجزائه وخطوات تنفيذه بالإضافة إلى النتائج. التدريبات العملية للوحدة الأولى تحتوي على ثلاثة تدريبات كما يلي: اختبار شرر التجليخ، اختبار صلادة المعادن، واختبار الشد.

التدريب العملي الأول: اختبار شرر التجليخ

الهدف من التدريب العملي:

أن يتعرف المتدرب على بعض المعادن الحديدية المختلفة عن طريق الشرر وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

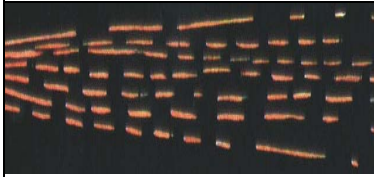
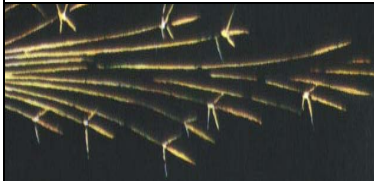
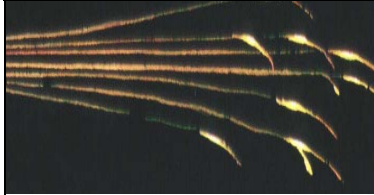
- ١ - ماكينة حجر تجليخ ٢ - عينات لمعادن مختلفة (فولاذ سريع القطع - فولاذ عدة غير سبائكي - فولاذ عدة سبائكي) ٣ - ماسك للعينات ٤ - نظارة واقية.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - يجب لبس النظارة والقفازات الواقية عند إجراء الاختبار وملابس العمل.
- ٢ - تشغيل الماكينة ومسك العينة المراد إجراء الاختبار عليها بالماسك من أحد أطرافها.
- ٣ - ضغط العينة على قرص التجليخ ويجب أن تتناسب قوة الضغط مع صلادة نوع الفولاذ المختبر وأن تكون قوة الضغط بقدر يكفي للحصول على عدد كاف من أشعة شرر واضحة ليتمكن التعرف عليها بسهولة، وقد ينتج عن قوة الضغط الزائدة شكل شرر كثيف يصعب التفريق بينه.
- ٤ - ملاحظة شكل الشرر الناتج ومطابقته مع صور أشكال الشرر المختلفة.

النتائج:

الجدول رقم (١) يبين أمثلة مختارة لأشكال شرر التجليخ، ويمكن أن يتغير لون وشكل الشرر وأن تتداخل في بعضها البعض إلى حد بعيد ويجب اعتبار الأشكال والشرح المرافق مجرد إرشادات فيما يتعلق باختبار الشرر، ولجعل اختبار الشرر اختباراً متعدد الأوجه فإن ذلك يحتاج إلى ممارسة مستمرة.

شكل الشعاع	وصف الشعاع	لون الشعاع	نوع المعدن
	حزمة من الأشعة المتقطعة تكاد تكون خالية من الانفجارات الكربونية	أحمر	فولاذ سريع القطع 0.75% كربون
	شعاع مستوي، انفجارات كربونية شوكية	أبيض مصفر	فولاذ عدة غير سبائكي 0.5% كربون
	انفجارات كربونية دقيقة قليلة تنتهي بفصوص مستطيلة ناصعة	برتقالي محمر	فولاذ عدة سبائكي 0.5% كربون

جدول (١) أمثلة لأشكال شرر التجليخ

التدريب العملي الثاني: اختبار الصلادة بطريقة ركول

الهدف من التدريب العملي:

أن يقارن المتدرب بين صلادة بعض المعادن المختلفة وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

١ - جهاز ركويل لقياس الصلادة ٢ - عينات من معادن مختلفة.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١- يختار مقياس ركول (ركول A ركول B ركول C). المناسب لنوع المعدن المختبر ويضبط جهاز الاختبار على ذلك المقياس.
- ٢- توضع قطعة الاختبار في جهاز الاختبار ثم يضغط على سطحها بجسم عبارة عن كرة صغيرة من الصلب قطرها 1.588 ملم في حالة ركول B أو مخروط ماسي مستدير في حالة ركول A وركول C، بحيث يتم الضغط كما يلي :
 - أ - الضغط بالحمل الابتدائي وقدره 10 كجم ثم يضبط مؤشر القرص المدرج لرقم ركول للصلادة على تدريج صفر.
 - ب - زيادة الحمل بإضافة الحمل الكبير حتى يكون الحمل الكلي 60 أو 100 أو 150 كجم لمقاييس ركول A أو ركول B أو ركول C بالتوالي.
 - ج - يزال الحمل الكبير ثم يسج رقم ركول وهو قراءة المؤشر على التدريج لمقياس ركول المستخدم، مع ملاحظة أن الحمل الصغير مازال مؤثرا.
- ٣ - تسجيل النتائج بالجدول.

النتائج:

نوع معدن العينة	قيمة ركول

التدريب العملي الثالث: اختبار الشد

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بالتعرف على خواص بعض المعادن تحت تأثير حمل الشد وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - ماكينة اختبار شد ٢ - عينات قياسية لمعادن مختلفة ٣ - قدمة ذات ورنية ٤ - مسطرة قياس ٥ - زنبة علام.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - يتم قياس قطر وطول عينة الاختبار بواسطة القدمة ذات الورنية قبل إجراء الاختبار.
- ٢ - تثبيت العينة في ماكينة اختبار الشد.
- ٣ - تجهيز الماكينة لرسم منحنى الحمل والاستطالة، وذلك بضبط الحمل والاستطالة على الصفر.
- ٤ - تحمل قطعة الاختبار تدريجياً حتى يتم الكسر.
- ٥ - يتم قياس قطر العينة وطولها بعد إجراء الاختبار.
- ٦ - تسجيل النتائج.

النتائج:

4	3	2	1	
				الحمل (KN)
				الاستطالة (mm)

التدريبات العملية للوحدة الثانية

كما تم ذكره سابقاً، فإن التدريبات العملية في كل وحدة تحتوي على تدريب عملي واحد أو أكثر، وكل تدريب يحتوي على الهدف منه وأجزائه وخطوات تنفيذه بالإضافة إلى النتائج. التدريبات العملية للوحدة الثانية تحتوي على ثلاثة تدريبات كما يلي: صنع نموذج خشبي للسبابة الرملية، خطوات السبابة الرملية، والسبابة الدائمة للمعادن.

التدريب العملي الرابع: صنع نموذج خشبي للسبابة الرملية

يسمى الشكل المستخدم لعمل القالب بالنموذج ويصنع هذا النموذج طبقاً للرسم الفني وغالباً ما يكون من الأخشاب أو من المعادن أو من اللدائن (البلاستيك) ويكون النموذج من قطعة واحدة أو من قطعتين أو أكثر ويمكن أن يثبت النموذج على لوحة من الخشب أو من المعدن ويجب أن يكون النموذج أكبر قليلاً في الحجم من حجم المسبوك الأصلي حتى نستطيع تعويض عملية الانكماش التي تحدث في المعدن عندما يبرد فيضاف إليه سماح الانكماش للمعدن ومراعاة السماح الخاص بما يزال من المعدن في عمليات التنعيم وإنهاء تشطيب النموذج حسب الأبعاد المطلوبة

أهم القواعد العامة لتصميم النماذج:

- ١ - اختيار مادة مناسبة لصناعة النموذج وأن يؤخذ في الاعتبار جميع السماحات عند وضع الأبعاد والتي تؤدي إلى تسهيل عملية الدك وتضمن الحصول على أبعاد سليمة للمسبوكات النهائية.
- ٢ - يجب أن تكون أبعاد النموذج دقيقة ويتم تدوير الأركان والزوايا المدببة.
- ٣ - يجب أن يكون الجزء الأهم من المسبوك في الجزء السفلي من القالب ليكون خال من العيوب وذو خواص ميكانيكية جيدة.
- ٤ - لزيادة دقة المسبوك يفضل أن يكون المسبوك بالكامل في أحد أنصاف القالب.
- ٥ - تثبت القلوب في النصف السفلي من القالب ويفضل تقليل عدد القلوب المستخدمة.
- ٦ - لإنتاج مسبوك جيد يجب خلق ظروف جيدة لملاً فجوة القالب وتوجيه التجمد.

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بصناعة وتصميم نموذج من الخشب واستخدامه في السبائك الرملية ومعرفة العوامل التي تؤثر على القالب وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

قطعة من الخشب المناسب - أزميل - مسطرة - زاوية قائمة - فارة تسوية - صمغ للخشب - ورق صنفرة ناعم - ورنيش.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تجهز قطعة من الخشب بحيث تكفي لعمل النموذج المطلوب.
- ٢ - يجب أن يكون النموذج أكبر قليلاً في الحجم من حجم المسبوك الأصلي حتى نستطيع تعويض عملية الانكماش التي تحدث في المعدن عندما يبرد فيضاف إليه سماح الانكماش للمعدن ومراعاة السماح الخاص بما يزال من المعدن في عمليات التنعيم وإنهاء تشطيب النموذج حسب الأبعاد المطلوبة.
- ٣ - عمل تسوية لأحد الأسطح وتستعمل الزاوية القائمة لاختبار استواء السطح.
- ٤ - تسوية أحد الجوانب في القطعة بحيث يكون متعامداً مع سطح التشغيل.
- ٥ - خطط القطعة وتقطع حسب الطول المطلوب.
- ٦ - ينعم الطرف المقطوع ويفحص بالزاوية القائمة.
- ٧ - يحدد العرض ويسوى حسب المقاس ويفحص تعامده.
- ٨ - يحدد السمك ويسوى حسب المقاس ويفحص.
- ٩ - رسم تخطيطي الشطط لجميع الجوانب بمقاس معين.
- ١٠ - شطط جميع الجوانب بمقاس معين بفارة التسوية ثم تختبر صحة كل منها.
- ١١ - عمل صنفرة ناعمة لتنعيم الأسطح.
- ١٢ - تجهز قطعة من الخشب للجزء البارز أو اليد بمقاس مناسب.
- ١٣ - شطط قمة الجزء البارز قليلاً.
- ١٤ - يجوف موقع الجزء البارز في منتصف جسم النموذج بعمق مناسب باستخدام الأزميل ويثبت الجزء البارز في منتصف النموذج بواسطة الصمغ.
- ١٥ - يفحص تعامد الجزء البارز ويترك الغراء لمدة حوالي نصف ساعة ليجف.

- ١٦ - تدور جميع الزوايا والأركان الحادة بورق الصنفرة الناعم.
- ١٧ - يتم طلاء جميع الأسطح بالورنيش ويترك لمدة كافية حتى يجف.



شكل (١) خطوات تصميم نموذج خشبي

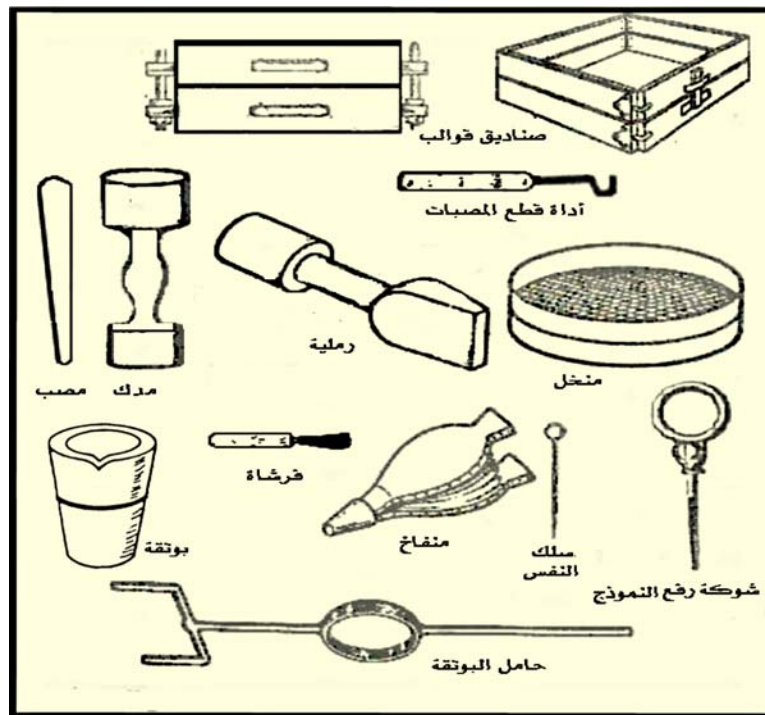
التدريب العملي الخامس: خطوات السباكة الرملية

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بتنفيذ قالب رملي وإنتاج منتجات باستخدام الأدوات اللازمة ومعرفة العوامل التي تؤثر على القالب وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - صندوق القالب (الريزق) وهو صندوق معدني مفرغ غالباً ما يتألف من جزأين جزء علوي وجزء سفلي وتستعمل مسامير لربط جزئي الصندوق معا عند إجراء عملية الصب.
- ٢ - المدكات وتستعمل في ذلك الرمل في صندوق القالب ليأخذ الرمل شكل النموذج.
- ٣ - الرملية وتستعمل لذلك الرمل في الزوايا والأركان الحادة.
- ٤ - أداة قطع المصببات تستعمل لقطع مجرى للمعدن المراد صبه حتى يصل إلى تجويف القالب.
- ٥ - شوكة رفع النموذج تستعمل في خلخلة النموذج ورفعها من القالب.
- ٦ - أعمدة المصببات هي عبارة عن قضبان خشبية تستعمل في عمل فتحات التغذية وفتحات المصب.
- ٧ - أسلاك التنفيس لعمل فتحات وثقوب في القالب لتسهيل من خروج الهواء والغازات أثناء صب المعدن.
- ٨ - البواتق تستعمل كوسيط لحمل المعدن المنصهر من الفرن إلى مكان الصب ويجب أن تتحمل درجات الحرارة العالية لذا فهي تصنع من مواد مقاومة للحرارة وبعد استعمالها يجب ألا تترك في الفرن وتنظف جيداً وعند حمل البوتقة من الفرن تستخدم ملاقط خاصة.
- ٩ - المنافخ تستعمل لنفخ الرمل السائب من فراغات وتجاويف القالب.
- ١٠ - المناخل تستعمل لإزالة المواد والأشياء الغريبة من الرمل وهي ذات مقاسات مختلفة.
- ١١ - لوحات الاستناد وهي لوحات خشبية مستوية توضع عليها صناديق القوالب أو تغطى بها



شكل (٢) بعض الأدوات اليدوية اللازمة لإعداد القوالب الرملية.

عناصر ومكونات رمل السباكة:

- ١ - حبيبات رمل ذات حجم وشكل مناسبين بمواصفات خاصة. وتحتوي المادة الكلية لرمل السباكة على 50% إلى 95% من حبيبات الرمل (ثاني أكسيد السليكون).
- ٢ - المادة الرابطة: تعتبر المادة الرابطة المصدر الرئيسي لمتانة القالب ومطاوعته بعد إضافة كمية مناسبة من الماء، وتوجد أنواع متعددة من المواد الرابطة مثل البنتونيت ويمكن الوصول إلى الاتزان الحراري للخليط المستخدم في تكوين رمل السباكة إذا احتوى رمل السباكة على مادة رابطة بنسب تتراوح بين 10% إلى 14% مع نسبة مناسبة من الرطوبة واستخدام عملية الدك المناسبة.
- ٣ - الماء: تعتبر الرطوبة من أهم العناصر المكونة لرمال المسبك والخليط عامة فبدون نسبة الرطوبة اللازمة يفقد الخليط قدرته على التماسك وتؤثر نسبة الرطوبة على خواص رمل المسبك فزيادة نسبة الرطوبة ينتج عنها ظهور فجوات هوائية وعيوب بالمسبوكات، ويفضل استخدام نسبة رطوبة منخفضة في رمل المسبك الرطب تجنباً للعيوب التي تنتج من زيادة هذه النسبة. وفي الرمال ذات الحبيبات الصغيرة يفضل زيادة نسبة الرطوبة لها، وتتراوح نسبة الرطوبة المناسبة لرمال المسبك المتنوعة بين 3% و 7% حسب نوع المادة الرابطة وطبيعة حبيبات الرمل المستخدم،

وتعتمد جميع النسب السابقة المكونة لعناصر الرمل على نوع المعدن المصبوب وعلى درجة نعومة الرمل وإلى جانب العناصر الثلاثة السابقة الداخلة في تركيب رمل السباكة قد تحتوي هذه الرمال أيضا على مواد أخرى لتكسبه خواص معينة مرغوب فيها مثل: (دقيق الغلال، نشارة الخشب، إسمنت، زيوت، فحم حجري مطحون).. ويجب أن تتميز رمال السباكة بخواص معينة هي: التماسك، ومقاومة الحرارة، وإنفاذية الغازات، وقابلية التشكيل.

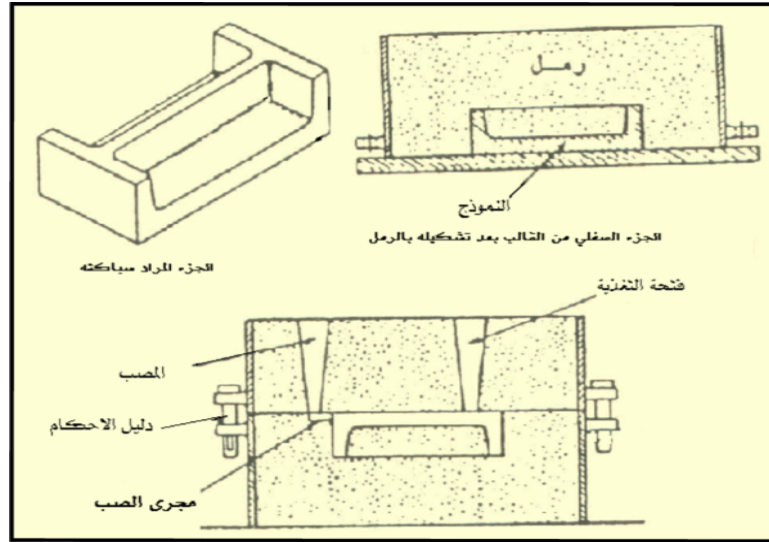
تحضير وتجهيز رمل السباكة:

إن الحصول على مسبوكات جيدة خالية من العيوب يرجع إلى التحضير الجيد والسليم للرمل ويمكن استعمال الرمل ليفي بالغرضين معا وهو عمل خلطات رمال السباكة وخلطات رمال القلوب باستعمال نوع واحد من الرمل. وعند تحضير رمل السباكة يتم الخلط يدويا باستعمال الجاروف في حالة الإنتاج البسيط وتشمل هذه الطريقة صب كمية مناسبة من الماء على كومة من الرمل وبعد تمام الخلط بالمادة الرابطة وتطبيع الرمل بالماء نقوم بنثر الرمل بالجاروف حتى يتطبع الرمل والمادة الرابطة معا ويكون الرمل جاهزا للاستخدام. وفي حالة تجهيز الرمل القديم المستعمل من قبل فنبدأ بتنظيف وإزالة المواد الغريبة والشوائب المعدنية باستعمال المناخل ونظراً لأن الرمل المستخدم يفقد متانته وخواصه يلزم تعويض كل ذلك عند إعادة تجهيزه فتضاف إليه مواد ربط لتعويض المواد المحترقة وإلا فقد خواصه تحت تأثير حرارة المسبوكات. ويمكن أن يكون رمل الوجه (السطح) من نصف جديد ونصف قديم من الرمل مع إضافة مادة رابطة من الطين الحراري أو البنتونيت.

أولا - خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب من الرمل بواسطة نموذج من جزء واحد:

- ١ - وضع النموذج على سطح مستو ثم يوضع نصف الصندوق السفلي حوله بشكل مقلوب.
- ٢ - يتم دك الرمل الجاهز والمعد لذلك حول النموذج.
- ٣ - يقلب النصف السفلي على وضعه الصحيح ويوضع فوقه النصف العلوي ويتم تثبيت المصب والمصعد ويدك الرمل حوليهما.
- ٤ - عمل ثقب وفتحات تنفيس بواسطة سلك التنفيس. وإخراج المصب والمصعد.
- ٥ - يرفع النصف العلوي من القالب ويوضع بجانب النصف السفلي ويتم إخراج النموذج مع مراعاة عدم تهدم الرمل و ينظف القالب من الرمل المتساقط بواسطة منفاخ الهواء أو بالهواء المضغوط.

- ٦ - وضع فحم ناعم على القالب الرملي الناتج عن النموذج وذلك بهز كيس من القماش الرقيق فيه الفحم فوق القالب للحصول على أسطح جيدة وحتى لا يلتصق الرمل بالمسبوك ويمكن تنظيفه بسهولة.
- ٧ - وضع نصف الريزق العلوي فوق نصف الريزق السفلي ويثبت بمسامير وبذلك يكون القالب جاهزا لعملية صب المعدن شكل (٣).
- ٨ - يجهز المعدن المراد صبه من قبل في بوتقة يدوية وتوضع داخل الفرن عند درجة الانصهار المناسبة.
- ٩ - صب المعدن المصهور في القالب الرملي ليأخذ شكل المسبوك. وعند عملية الصهر و الصب بالإضافة للملابس العمل يجب لبس القفازات والكمادات. وتعتمد جودة المسبوك إلى حد كبير على خطوات عملية الصب ابتداء من نقل المعدن من فرن الصهر بواسطة البوتقة حتى صبه في القالب وتجمده فيه، ويجب أن تظل قناة المصب ممتلئة أثناء عملية صب المعدن وإلا دخلت جسيمات من الخبث أو فقائيع من الهواء نتيجة للدوامات.
- ١٠ - يترك المسبوك ليبرد وبعد التجمد التام يتم هدم الرمل وإخراجه من القالب مع زوائد الصب. وإخراج المسبوك وهو ساخن يؤدي إلى تبريده السريع في الهواء ونشوء إجهادات كبيرة يؤدي تركيزها في بعض النقاط إلى تشكل الشروخ.
- ١١ - إزالة المصب والمصعد والزوائد وتنظيف سطح المسبوك. ويقصد بعملية تنظيف المسبوك إزالة الرمل الملتصق والمصببات والزوائد الرقيقة ويمكن استخدام المناشير اليدوية أو الآلية ومكنات التجليخ في إزالة المصببات والمصاعد والزوائد الرقيقة وقد يتطلب المسبوك عملية تشطيب إضافية مثل التشغيل بالمكنات والصقل والتلميع للحصول على الأبعاد النهائية المطلوبة للمسبوك.

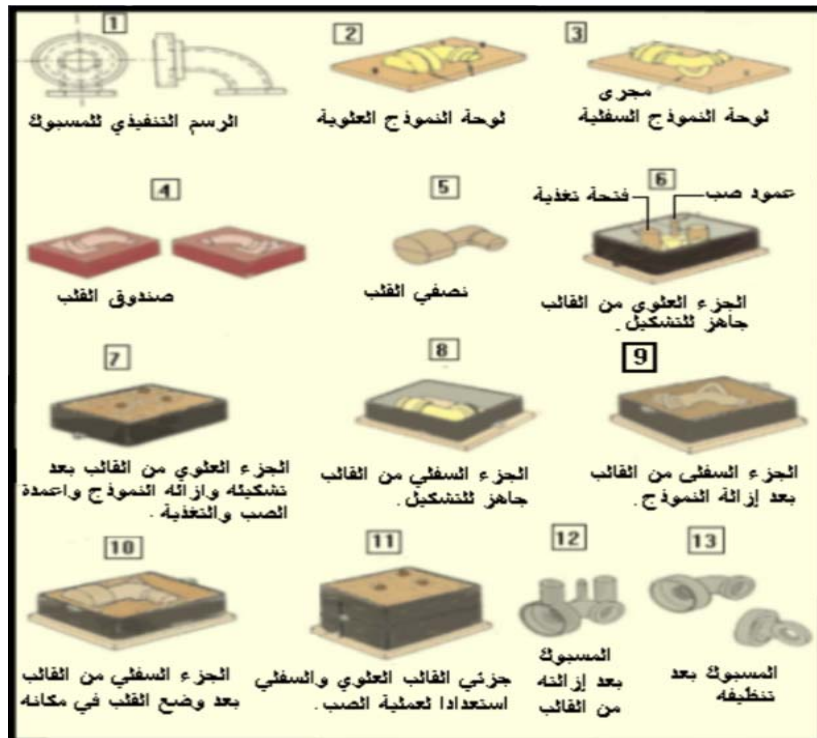


شكل (٣) قالب رملي بواسطة نموذج من جزء واحد

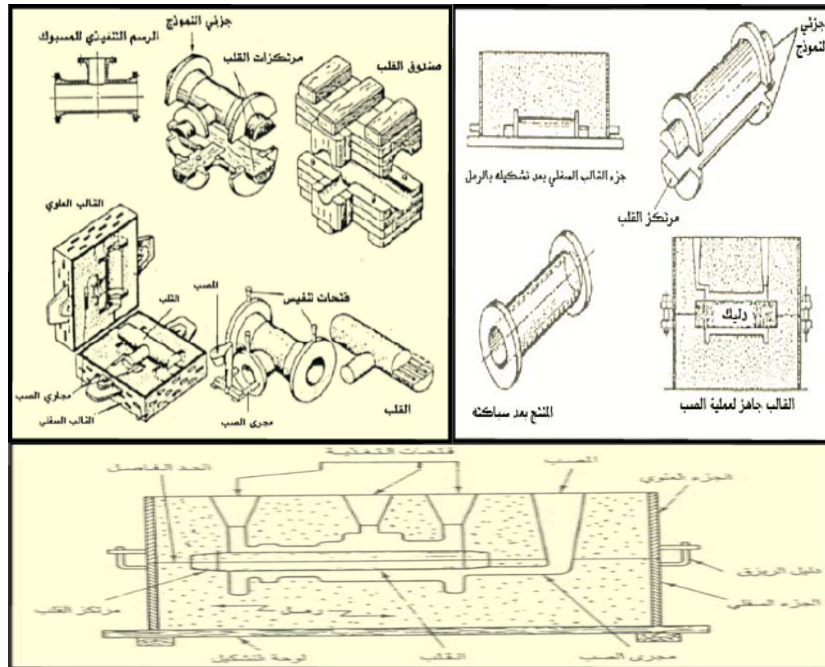
ثانيا - خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب من الرمل بواسطة نموذج من جزأين واستخدام قلب (دليك): □

- ١ - يوضع الجزء الأول من النموذج على سطح مستوٍ بحيث يكون وجهه إلى أسفل ثم يوضع نصف صندوق القالب السفلي حوله بشكل مقلوب.
- ٢ - يملأ صندوق القالب السفلي برمل السباكة الجاهز والمعد لذلك ويدك الرمل حول النموذج جيداً بواسطة المدكات وتستعمل الرملية لدك الرمل في الزوايا.
- ٣ - يقلب نصف صندوق القالب السفلي على وضعه الصحيح ويوضع فوقه نصف صندوق القالب العلوي ويتم وضع النصف الآخر من النموذج ويتم تثبيت المصب والمصعد.
- ٤ - يدك الرمل حول النموذج وحول المصب والمصعد جيداً حتى يمتلأ صندوق القالب العلوي بالرمل ويتم تسوية الأسطح.
- ٥ - عمل ثقوب وفتحات تنفيس في القالب الرملي بواسطة سلك التنفيس لخروج الغازات والهواء الصب.
- ٦ - إخراج المصب والمصعد بحذر شديد حتى لا يتهدم الرمل.
- ٧ - يرفع النصف العلوي من القالب ويوضع بجانب النصف السفلي ويتم إزالة نصفي النموذج بواسطة شوكة الرفع وتفتح فتحات لتوصيل التجويف المشكل بالنموذج بكل من المصب والمصعد.
- ٨ - ينظف القالب العلوي والسفلي من الرمل المتساقط بواسطة منفاخ الهواء أو بواسطة الهواء المضغوط.

- ٩ - وضع فحم ناعم على القالب الرملي الناتج عن النموذج وذلك بهز كيس من القماش الرقيق فيه الفحم فوق القالب للحصول على أسطح جيدة وحتى لا يلتصق الرمل بالمسبوك ويمكن تنظيفه بسهولة.
- ١٠ - وضع القلب (الدليك) الرملي الجاهز والمعد لذلك في النصف السفلي من القالب وذلك لعمل تجويف داخلي في المسبوك المراد إنتاجه.
- ١١ - يوضع النصف العلوي فوق النصف السفلي من جديد ويثبت بمسامير حتى لا يرتفع عنه أثناء عملية الصب وبذلك يكون القالب جاهزا لعملية الصب شكل (٤).
- ١٢ - يجهز المعدن المراد صبه من قبل في بوتقة يدوية وتوضع داخل الفرن عند درجة الانصهار المناسبة.
- ١٣ - عند عملية الصب يجب لبس أدوات السلامة والقفازات والكمامات وتمسك البوتقة بماسك خاص ثم يتم صب المعدن المصهور في القالب الرملي ليأخذ شكل المسبوك ويترك لبعض الوقت حتى يتجمد.
- ١٤ - يرفع نصف القالب العلوي ويوضع بجانب السفلي ويتم هدم الرمل لإخراج المسبوك مع زوائد الصب.
- ١٥ - تنظيف المسبوك من الرمل وإزالة المصب والمصعد والزوائد بواسطة المنشار وماكينة التجليخ.
- ١٦ - تنظيف وتلميع سطح المسبوك وإزالة الزوائد.



شكل (٤) خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب من الرمل بقلب.



شكل (٥) أمثلة أخرى لقوالب من الرمل باستخدام القلب.

التدريب العملي السادس: السباكة الدائمة للمعادن

تصنع القوالب الدائمة المعدنية من حديد الزهر أو من الصلب المتضمن نسبة ضئيلة من الكروم كما تصنع في بعض الأحيان من البرونز، ولإطالة عمر القالب التشغيلي ولتسهيل إخراج المسبوكات منه يغطي سطحه العامل بطلاء أو دهان خاص أو يرش بمواد مقاومة للحرارة. ومن المنتجات التي يمكن الحصول عليها باستخدام القوالب الدائمة أجهزة التبريد وتكييف الهواء وأجسام مضخات الزيت وأجزاء الآلات الكاتبة والصمامات ومصبوبات عديدة أخرى.

الهدف من التدريب العملي:

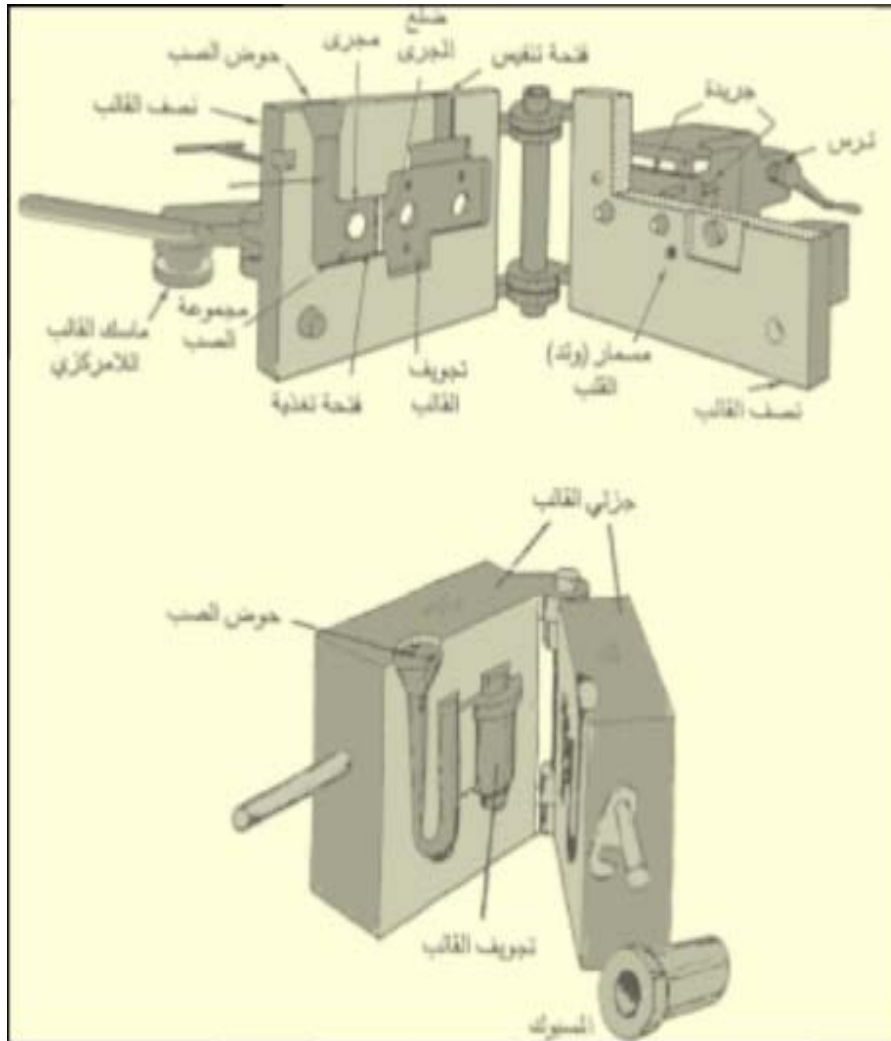
أن يقوم المتدرب بتنفيذ عملية الصب في قالب دائم معدني وإنتاج منتجات باستخدام الأدوات اللازمة ومعرفة العوامل التي تؤثر على القالب وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قالب معدني ٢ - معدن مناسب ٣ - بوتقة يدوية ٤ - فرشاة أو هواء مضغوط ٥ - فحم ناعم
- ٦ - فرن لصهر المعدن.

خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب معدني دائم:

- ١ - تنظيف القالب بالفرشاة أو بالهواء المضغوط وحفظه عند درجة حرارة معينة بواسطة لهب الغاز.
- ٢ - رش سطح القالب بالفحم الناعم.
- ٣ - وضع القلب (الدليك) في حالة استعماله ثم إغلاق القالب.
- ٤ - يجهز المعدن المراد صبه من قبل في بوتقة يدوية ويوضع داخل الفرن عند درجة الانصهار المناسبة.
- ٥ - صب المعدن المصهور في القالب الدائم من البوتقة ليأخذ شكل القالب (المسبوك).
- ٦ - ترك المسبوك فترة زمنية لكي يتصلب ويبرد.
- ٧ - فتح القالب وإخراج المسبوك منه يدويا الشكل (٦).



شكل (٦) قالب معدني بسيط بمفصلة للصب الدائم

التدريبات العملية للوحدة الثالثة

كما تم ذكره سابقاً، فإن التدريبات العملية في كل وحدة تحتوي على تدريب عملي واحد أو أكثر، وكل تدريب يحتوي على الهدف منه وأجزائه وخطوات تنفيذه بالإضافة إلى النتائج. التدريبات العملية للوحدة الثالثة تحتوي على خمسة تدريبات كما يلي: تشكيل المعادن بالدرفلة، بثق المعادن، تشكيل الألواح المعدنية، التخريم وعمل التجاويف بالقص، السحب العميق للمعادن.

التدريب العملي السابع: تشكيل المعادن بالدرفلة

تجرى عملية الدرفلة عادة بصورة مستمرة على عدد من أجهزة الدرافيل المنتظمة بالتعاقب يؤدي إلى الحصول على المقاطع المطلوبة على مراحل.

الشروط الواجب توافرها في الدرافيل:

- ١ - أن تكون متوازية المحاور.
- ٢ - أن تدور في اتجاهين متضادين وبسرعة دوران واحدة.
- ٣ - أن تكون المسافة بين الدرفيلين ثابتة.
- ٤ - أن تكون ذات متانة عالية ومقاومتها للتآكل عالية.
- ٥ - أن تتحمل قوة ضغط عالية أثناء التشكيل.
- ٦ - أن تتحمل درجات حرارة عالية.

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بتنفيذ عمليات مختلفة من الدرفلة للمعادن وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أولاً: عملية تقليل سمك المعدن بواسطة الدرفلة

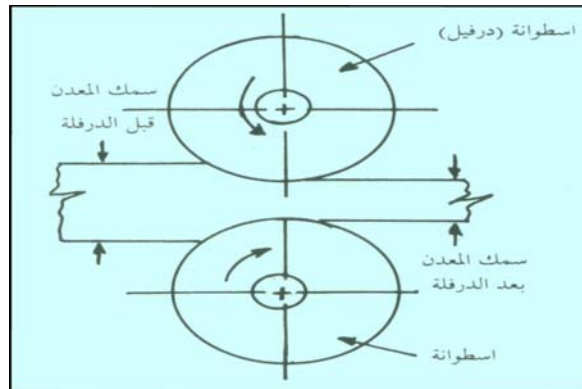
وهي عصر المعدن بين أسطوانتين (درفيلين) فتخرج من بينهما مشكلة بشكل الفراغ الموجود بين الأسطوانتين حيث يتم فيها اختصار سمك المعدن مع زيادة في عرضه وطوله شكل (٧).

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

١ - جهاز درفلة ثنائي الدرافيل ٢ - ألواح (صفائح) معدنية مسطحة بسمك مناسب.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

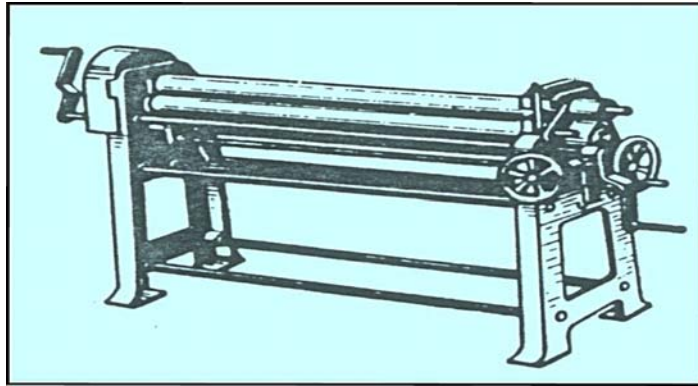
- ١ - يتم إدخال حافة الصفيحة المعدنية المسطحة بين الدرفلين بوضع مستقيم ويجب ألا يزيد سمك الصفيحة المراد دلفنتها عن ثلاثة أرباع طول الدلفين.
- ٢ - تشغيل ماكينة الدرفلة ويتم دوران الدلفينين عكس بعض.
- ٣ - ضبط المسافة بين الدلفينين حتى يتم الضغط على الصفيحة وامرارها بين الدلفينين.
- ٤ - تقليل المسافة بين الدلفينين وإدخال الصفيحة المعدنية من جديد حتى يتم الحصول على السمك المطلوب للصفيحة المعدنية.



شكل (٧) جهاز درفلة ثنائي الدرافيل

ثانياً: عملية لف الألواح والأجسام الأسطوانية

يبين الشكل (٨) مكنة لف الألواح والأجسام الأسطوانية ذات الدرفيل المنفصل وهي تمتاز بإمكان سحب الجسم الملفوف منها. وتتكون هزة المكنة من ثلاثة درافيل. اثنين منها في الأمام (فوق بعضهما) والثالث في الخلف. ويتم إدارة الدرفيل الأمامي الأسفل باليد من طرفه الأيمن، فتنتقل الحركة الدورانية إلى الدرفيل الخلفي عن طريق مجموعة تروس مركبة داخل صندوق مثبت على الفخذ الأيسر. أما الدرفيل العلوي فهو حر الحركة ويمكن رفعه وخفضه.



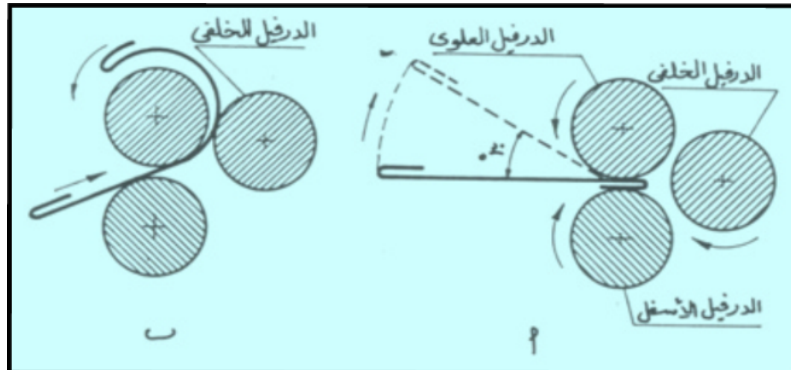
شكل (٨) مكنة لف الألواح ذات الدرفيل المنفصل

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - مكنة لف الألواح ذات الدرفيل المنفصل.
- ٢ - ألواح وأشكال معدنية مسطحة.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - يتم تشكيل الأجسام الأسطوانية بإدخال حافة اللوح المسطح بين الدرفلين الأماميين كما في (أ) من الشكل رقم (٩).
- ٢ - يتم ضبط الدرفلين الأماميين بحيث يضغط الدرفيل العلوي على سطح اللوح بما يكفي لسحبه إلى الخلف.
- ٣ - يتم ضبط الدرفيل الخلفي في الوضع الذي يعطى فيه اللوح درجة التقوس المطلوبة ويوجه إلى خارج المكنة. كما في (ب) من الشكل (٩).



شكل (٩) بداية ونهاية تشكيل الأجسام الأسطوانية

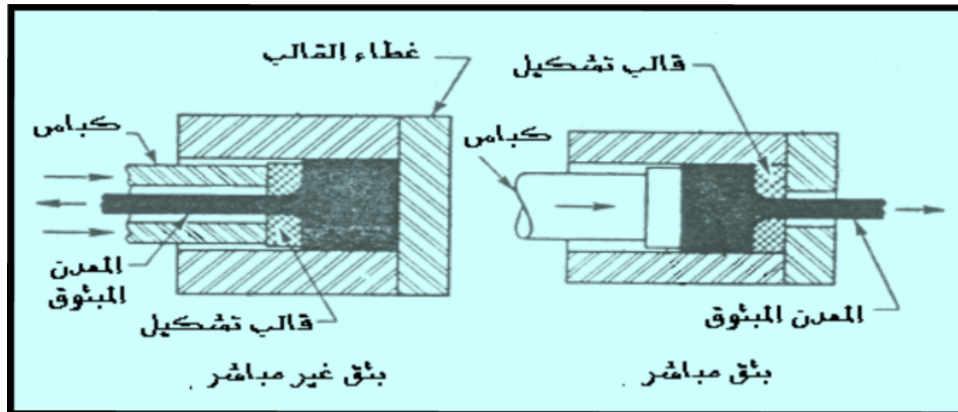
التدريب العملي الثامن: بثق المعادن

البثق أسلوب من أساليب تشكيل المعادن حيث ينقص المقطع المستعرض للمعدن بدفعه حتى ينساب خلال فوهة قالب التشكيل تحت ضغط. وتصلح هذه الطريقة بصفة أساسية للرصاص والزنك والقصدير والنحاس والألومنيوم وسبائك الألومنيوم اللدنة والنحاس الأصفر الطري، ويمكن بواسطة البثق تصنيع أنابيب معجون الأسنان والأنابيب الرخوة والعلب وأغلفة الطلقات النارية الصغيرة وما شابهها من أجسام جوفاء رقيقة الجدران بطريقة اقتصادية.

بعض عمليات بثق المعادن المختلفة:

أ - البثق المباشر: في هذا الأسلوب ينساب المعدن في نفس اتجاه حركة السنبك فينبثق المعدن للأسفل بالشكل المطلوب.

ب - البثق غير المباشر: في هذا الأسلوب ينساب المعدن عكس اتجاه حركة السنبك. مما يستلزم غلق القالب من الأسفل وذلك باستخدام غطاء (حاجز) للقالب حتى ينساب المعدن للأعلى في عكس اتجاه حركة السنبك وذلك من خلال الحيز الموجود بين السنبك وبين فجوة القالب.



شكل (١٠) رسم تخطيطي يبين طريقتي البثق المباشر والبثق غير المباشر

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بإجراء عملية البثق المباشر والبثق غير المباشر واختيار المعادن المناسبة وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - مكبس هيدروليكي ٢ - قالب بثق ٣ - حامل للقالب ٤ - قاعدة للقالب
- ٥ - سنابك بثق مختلفة الأشكال والأقطار ٦ - معدن مناسب له قطر وارتفاع معينان.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تركيب أجزاء التدريب العملي على المكبس الهيدروليكي بالشكل الصحيح.
- ٢ - وضع قطعة المعدن في فتحة قالب التشكيل.
- ٣ - إنزال المكبس للأسفل حتى يضغط السنبك على كتلة المعدن فينسب المعدن وينبثق بالشكل المطلوب.
- ٤ - قراءة قوة البثق من على مؤشر القوة الموجود على المكبس.
- ٥ - رفع السنبك للأعلى وإخراج القالب.
- ٦ - إخراج العينة وتسجيل النتائج.

النتائج:

نوع المعدن	نوع البثق	قوة البثق	قطر العينة

التدريب العملي التاسع: تشكيل الألواح المعدنية (أفراد أسطوانة قائمة مقطوعة بمستوى مائل)

عند إنتاج أجزاء بأشكال خاصة، وبأعداد قليلة تجرى عملية الأفراد لأسطح أجزاء المنتج. ويجب الأخذ في الاعتبار عند إجراء عمليات الأفراد وتحديد أشكال وأبعاد الأسطح، الزيادات التي يجب تركها على أبعاد الأسطح لعمليات القطع أو لعمليات الربط واللحام.

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بعمل أفراد وتشكيل أسطوانة قائمة وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

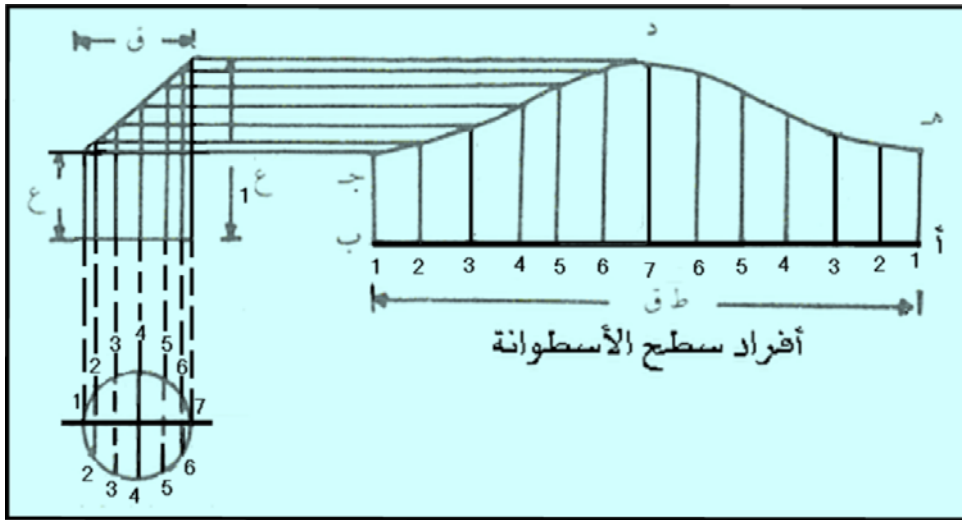
- ١ - أدوات الرسم ٢ - شوكة علام ٣ - مسطرة ٤ - مقصات يدوية ٥ - شاكوش من الخشب أو من البلاستيك ٦ - مكنة لف الألواح المعدنية ٧ - ثناية ٨ - لوح من الصاج بسمك ٩ - كاوية ولحام قصدير ١٠ - لوح من الصاج الرقيق سمكه 0.5 ملم

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

أولا - خطوات رسم الأفراد للأسطوانة:

- ١ - رسم الدائرة بمعلومية قطر الأسطوانة ويتم تقسيمها إلى أربعة أقسام متساوية.
- ٢ - فتح الفرجار مسافة مقدارها نصف القطر، ثم يتمركز الفرجار في النقطة رقم (١) ويتم تحديد نقطتين على محيط الدائرة.
- ٣ - نكرر الخطوة السابقة. و يتمركز الفرجار في النقطة رقم (٤) العليا ثم في النقطة (٧) ثم في النقطة (٤) السفلى ليتم تقسيم دائرة الأسطوانة إلى ١٢ قسم متساوي.
- ٤ - رسم مسقط الأسطوانة الرأسي بمعلومية القطر (ق) والارتفاع (ع) المعطاة (مثلا القطر ٨٠ ملم والارتفاع ١٠٠ ملم) وعمل الميلان (الشطفة) بزاوية ٤٥ درجة. وتوصيل الخط (ع) المقابل للارتفاع رأسيا حتى يتقاطع مع خط الزاوية المائل.
- ٥ - يتم إسقاط التقسيمات الاثني عشر من على الدائرة على المسقط الجانبي.

- ٦ - يحدد شكل الأفراد برسم خط أفقي ويقسم هذا الخط إلى ١٢ قسم متساوي وذلك بأخذ مسافة بين أي نقطتين من على الدائرة بواسطة الفرجار وعمل التقسيم. بحيث تكون كل نقطة على الخط الأفقي (ط ق) تتقاطع مع الخطوط الأفقية للمستقط الجانبي.
- ٧ - يحدد لكل نقطة على الخط الأفقي الارتفاع المناظر لها (مثلا النقطة (١) ع.....وهكذا.
- ٨ - توصل جميع النقاط الممثلة للارتفاعات ويكون الشكل الناتج (شكل أ ب ج د) هو شكل الأفراد لسطح الأسطوانة.
- ٩ - يتم إضافة عرض الأطراف التي سوف يتم تثبيتها من الجانبين بالقيمة المعطاة (مثلا ١٠ ملم).

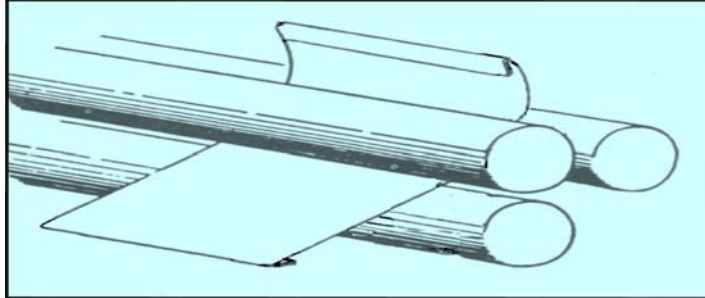


شكل (١١) الأسطوانة القائمة المقطوعة بمستوى مائل والشكل الفردي لها.

ثانيا - قص اللوح المعدني بالشكل المطلوب:

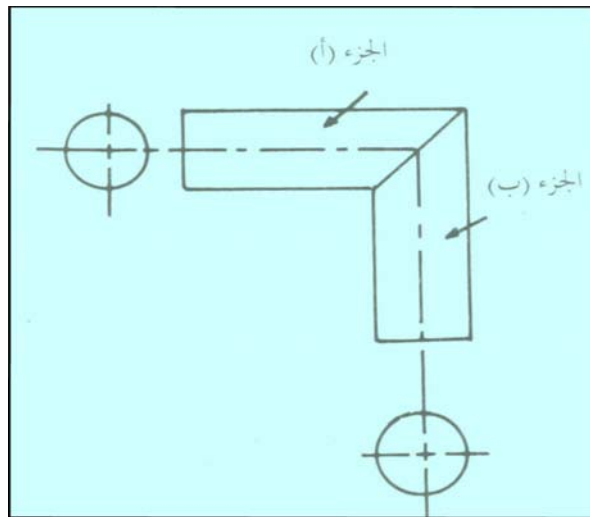
- ١ - وضع النموذج الورقي على لوح الصاج المعدني ورسم الحدود الخارجية بشوكة العلام.
- ٢ - قص اللوح المعدني حول شكل النموذج المنقول بواسطة المقص اليدوي.
- ٣ - شنكرة الأطراف التي سوف يتم تثبيتها في اتجاهين متعاكسين.
- ٤ - ثني أطراف الشغلة في اتجاهين متعاكسين بواسطة الشاية أو بواسطة المطرقة والسندان.
- ٥ - إدخال الشغلة بين الدرفيلين الأماميين في مكنة لف الألواح وضبط الدرافيل حتى يتم لف الشكل. وفي حالة عدم توفر مكنة اللف يتم طرق الشغلة على عمود أسطواني مناسب حتى تتم عملية اللف بالشكل المطلوب.
- ٦ - يتم لف الشكل حتى تشبك الأطراف مع بعض وتغلق بالطرق عليها بالمطرقة.

٧ - إجراء عملية لحام الأطراف بواسطة مكنة لحام القصدير.



شكل (١٢) لف جسم أسطوانى بواسطة مكنة اللف

وإذا كان المطلوب أفراد كوع متعامد ذو مقطع دائري فتجرى عمليات الأفراد على كل جزء من أجزاء الكوع على أنه أسطوانة قائمة مقطوعة بمستوى مائل مثل المثال السابق. ويتم تجهيز كل جزء لوحده على هيئة أسطوانة قائمة مقطوعة بمستوى مائل ثم يتم لحام الجزأين مع بعض شكل (١٣).



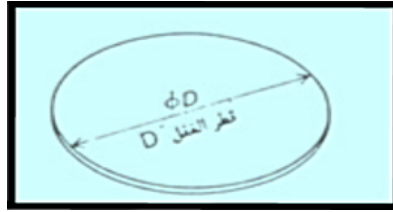
شكل (١٣) كوع متعامد ذو مقطع دائري

التدريب العملي العاشر: التخريم وعمل التجايف بالقص

التخريم (القص) عبارة عن إزالة جزء من المعدن تحت تأثير قوة معينة وتعتمد هذه القوة على عدة عوامل منها (نوع المعدن - سمك المعدن - زاوية ميل السنبك - التفاوت بين السنبك وقالب القص).

الهدف من التدريب العملي:

- ١ - أن يقوم المتدرب بعمليات تخريم وإنتاج أقراص دائرية لأنواع مختلفة من المعادن وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.
- ٢ - أن يتعرف المتدرب على العوامل المؤثرة على قوة القص وجودة السطح مثل (نوع المعدن - سمك المعدن - زاوية ميل السنبك - التفاوت بين السنبك وقالب القص).



شكل (١٤) قرص دائري من المعدن

المعادلات الرياضية المستخدمة:

$$\tau_s = \frac{F}{A}$$

$$A = \pi DT$$

حيث إن:

τ_s إجهاد القص ويميز بوحدة $\frac{N}{mm^2}$ ويتم حسابه بالتعويض في المعادلة السابقة.

F قوة القص المؤثرة وتميز بوحدة النيوتن وتقرأ من على الجهاز

A مساحة المقطع المعرض للقص وتميز بوحدة mm^2 ويتم حسابها بالتعويض في المعادلة السابقة.

D قطر المعدن المقصوص (قرص دائري) ويميز بوحدة mm ويتم قياسه بواسطة القدمة ذات الورنية.

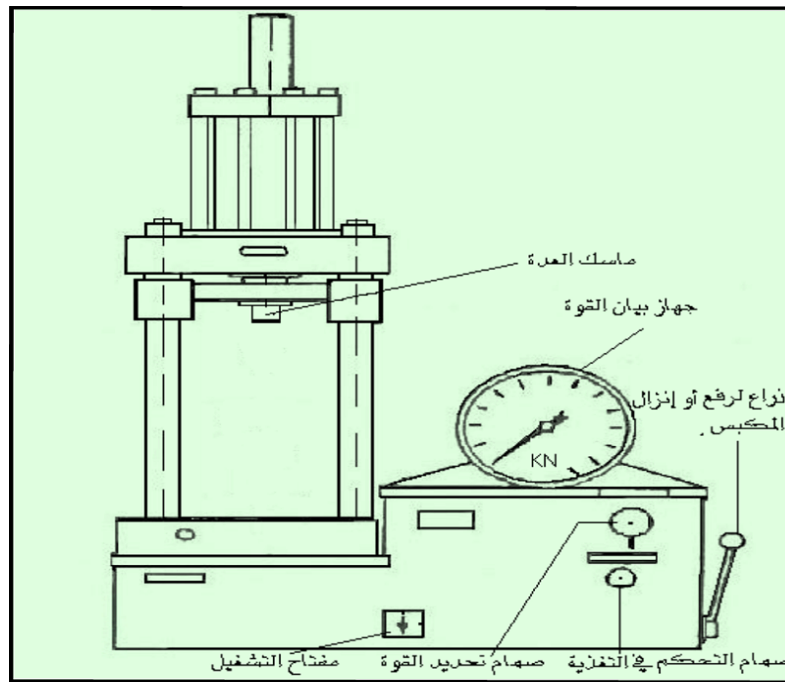
T سمك المعدن ويميز بوحدة mm ويتم قياسه بواسطة القدمة ذات الورنية.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - مكبس هيدروليكي ٢ - سنبل قص ٣ - حامل السنبل ٤ - قالب قص ٥ - قاعدة.
- ٦ - دليل لدخول وتثبيت المعدن ٧ - معادن مختلفة على شكل شرائح (صلب - نحاس - ألومنيوم)
- ٨ - مقدمة ذات ورنية.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تركيب أجزاء التدريب العملي بالشكل الصحيح على المكبس الهيدروليكي.
- ٢ - التأكد من أن السنبل يتحرك بحرية تامة دون أي احتكاك مع القالب، وتثبيت سرعة السنبل على سرعة مناسبة وكذلك مفتاح القوة على أن يكون المؤشر على صفر التدريج.
- ٣ - وضع شريحة المعدن المناسبة في المكان المخصص لها ووضع قليلا من الزيت وتشغيل المكبس.
- ٤ - يتم التأثير بالقوة تدريجيا بإنزال السنبل للأسفل حتى تتم عملية القص بالكامل للمعدن ويسقط الجزء المقصوص من القالب.
- ٥ - قراءة قوة القص من على مؤشر المكبس ثم رفع السنبل للأعلى وتخليص العينة.
- ٦ - تسجيل النتائج في الجداول المرفقة.



شكل (١٥) مخطط لمكبس هيدروليكي متعدد الأغراض

النتائج:

أ - تأثير نوع المعدن على قوة القص.

يتم اختيار أنواع مختلفة من المعادن مثل الصلب والنحاس والألومنيوم.

نوع المعدن	T سمك المعدن mm	D قطر المعدن mm	F قوة القص N	A المساحة mm ²	τ_s إجهاد القص $\frac{N}{mm^2}$
صلب					
نحاس					
الومنيوم					

ب - تأثير سمك المعدن على قوة القص.

يتم اختيار أحد المعادن المناسبة مثل الصلب أو النحاس بسمك مختلف.

نوع المعدن	سمك المعدن mm	قوة القص KN
صلب		
صلب		
صلب		

ج - تأثير التفاوت بين السنك والقالب على قوة القص.

يتم اختيار أحد المعادن المناسبة مثل الصلب أو النحاس بسمك معين وقالب بقطر معين وعدة سنايك

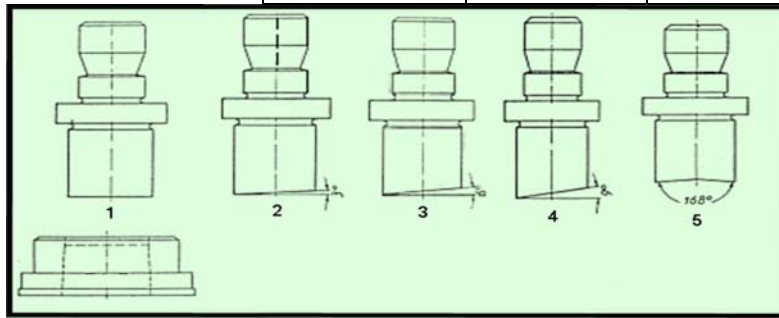
مختلفة الأقطار.

سمك المعدن mm	قطر القالب mm	قطر السنك mm	قوة القص KN
1.5	25.30	25	
1.5	25.30	24.92	
1.5	25.30	24.70	

د - تأثير زاوية ميل السنك على قوة القص

يتم اختيار أحد المعادن المناسبة مثل الصلب أو النحاس بسمك معين

م	زاوية ميل السنك	قوة القص KN	نوع المعدن
1	صفر		
2	٣°		
3	٦°		
4	٩°		
5	١٦٨°		

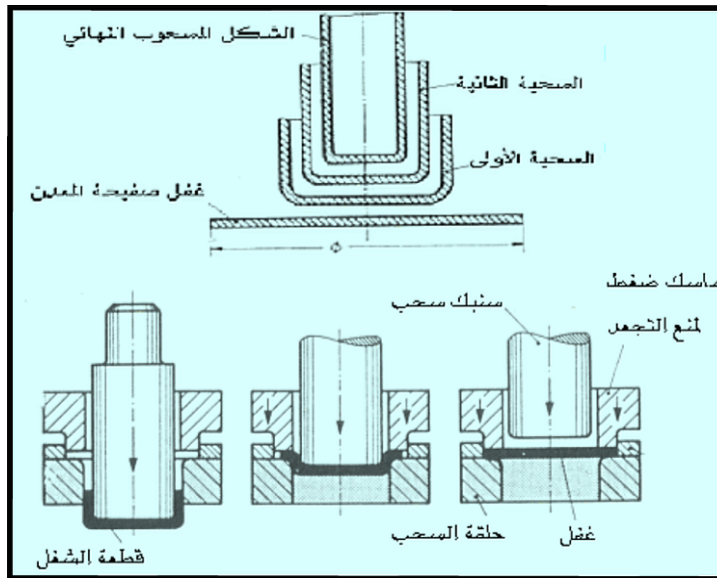


شكل (١٦) بعض الزوايا المختلفة للسنابك

التدريب العملي الحادي عشر: السحب العميق للمعادن

يقصد بالسحب العميق الحصول على منتجات مجوفة من صفائح وألواح معدنية مسطحة والمنتجات المجوفة الناتجة قد تكون أسطوانية الشكل أو مكعبة حسب الطلب وكلما كبرت النسبة بين ارتفاع الشغلة وقطرها وجب سحبها على عدة مراحل باستخدام عدد من قوالب السحب يقل القالب الثاني عن الأول بنسبة معينة ولا تقبل المواد التشكيل إلا ما كان منها قابلاً للسحب العميق ومن هذه المواد (صفائح الفولاذ - صفائح النحاس الأحمر - والألمنيوم).

ويلاحظ أنه قبل إجراء عملية السحب تجرى عملية إنتاج القرص الدائري الذي سيتم عليه السحب وتم إجراء ذلك في التدريب العملي السابق بعنوان التخريم وعمل التجايف بالقص.



شكل (١٧) التشكيل بالسحب على عدة مراحل

الهدف من التدريب العملي:

- ١- أن يقوم المتدرب بإجراء عملية السحب العميق على مراحل لأقراص من المعادن المختلفة لتشكيل أوعية صغيرة وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.
- ٢- أن يتم تحديد الظروف المثلى لعملية السحب مثل (نوع المعدن - سرعة السحب - شكل ومقاييس القطع المنتجة - مواد التزييت)

أولاً: السحبة الأولى

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - مكبس هيدروليكي ٢ - قالب سحب حلقي ٣ - سنك سحب ٤ - حامل للسنك ٥ - ماسك للعينه (القرص المعدني) لمنع حدوث تجعد على القرص المعدني أثناء إجراء التدريب العملي ٦ - حلقة غلق ٧ - قاعدة للقالب ٨ - فدمة ذات ورنية ٩ - معادن مختلفة على شكل أقراص دائرية الشكل.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تركيب أجزاء التدريب العملي بالشكل الصحيح على المكبس الهيدروليكي.
- ٢ - وضع العينه (القرص) المجرى عليها عملية قص سابقا في منتصف القالب و إغلاق حلقة الغلق، ويتم تغيير نوع المعدن في كل مرة (صلب - نحاس - ألومنيوم).
- ٣ - إنزال السنك للأسفل حتى يلامس العينه، وذلك بإختفاء الحز (الخط) الموجود على السنك.
- ٤ - ربط الماسك يدويا بالقوة المناسبة حسب نوع المعدن.
- ٥ - إنزال السنك للأسفل حتى تتم عملية السحب.
- ٦ - قراءة قوة السحب من على مؤشر المكبس.
- ٧ - رفع السنك للأعلى وفتح حلقة الغلق.
- ٨ - إخراج العينه (وعاء صغير) وتسجيل النتائج.

النتائج:

نوع المعدن	سمك المعدن	قطر المعدن قبل إجراء السحبة الأولى	قطر المعدن بعد إجراء السحبة الأولى	ارتفاع المعدن بعد إجراء السحبة الأولى	قوة السحب

ثانياً: السحبة الثانية

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - مكبس هيدروليكي - ٢ - قالب سحب حلقي (يكون قطره أصغر من القالب المستخدم في السحبة الأولى) - سنبل سحب (يكون قطره أصغر من السنبل المستخدم في السحبة الأولى)
- ٤ - حامل للسنبل ٥ - قاعدة للقالب ٦ - ماسك ٧ - حلقة غلق ٨ - قدمة ذات ورنية ٩ - معادن مختلفة على شكل أوعية صغيرة مجرى لها سحبة أولى.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تركيب أجزاء التدريب العملي بالشكل الصحيح على المكبس الهيدروليكي.
- ٢ - وضع العينة (الوعاء) المجرى عليها سحبة أولى في منتصف القالب. ويتم تغيير نوع المعدن في كل مرة (صلب - نحاس - ألومنيوم)
- ٣ - إنزال السنبل للأسفل حتى تتم عملية السحب للعينة.
- ٤ - قراءة قوة السحب للسحبة الثانية من على المؤشر.
- ٥ - إنزال حلقة الغلق وإغلاقها لتخليص العينة.
- ٦ - رفع السنبل للأعلى وفتح حلقة الغلق.
- ٧ - إخراج العينة وتسجيل النتائج.



شكل (١٨) السحب العميق لوعاء صغير بقرص دائري قطره ١ ملم

النتائج:

نوع المعدن	سمك المعدن	قطر المعدن بعد إجراء السحبة الثانية	ارتفاع المعدن بعد إجراء السحبة الثانية	قوة السحب

العوامل التي تساعد على نجاح عملية السحب العميق:

- ١ - مطيلية ومقاومة شد المعادن المراد سحبها يجب أن تكون عالية.
- ٢ - السنك والقالب المستعملان يجب أن يمتازا بسطوح ذات نعومة عالية.
- ٣ - استعمال مواد لتزيت القالب والسنك يسهل عملية التشكيل ويقلل من الاحتكاك ويزيد من عمر العدة.
- ٤ - إجراء عملية السحب العميق بسرعة بطيئة إذ أنه كلما زادت سرعة السحب ازدادت رداءة سطح جدار العينة الجاري سحبها.

التدريبات العملية للوحدة الرابعة

كما تم ذكره سابقاً، فإن التدريبات العملية في كل وحدة تحتوي على تدريب عملي واحد أو أكثر وكل تدريب يحتوي على الهدف منه وأجزائه وخطوات تنفيذه بالإضافة إلى النتائج. التدريبات العملية للوحدة الرابعة تحتوي على خمسة تدريبات كما يلي: حقن اللدائن، بثق اللدائن، نفخ اللدائن، تشكيل اللدائن بالضغط (الكبس)، التشكيل الحراري لللدائن.

التدريب العملي الثاني عشر: حقن اللدائن

تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق الأكثر استعمالاً في الصناعات البلاستيكية حيث تمكنا من الحصول على قطع ذات أبعاد دقيقة وأشكال معقدة نسبياً وتستخدم بشكل أساسي لتشكيل البلاستيك الحراري وبشكل ثانوي لتشكيل بعض مواد البلاستيك المتصلب حرارياً.

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بتنفيذ طريقة حقن اللدائن وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

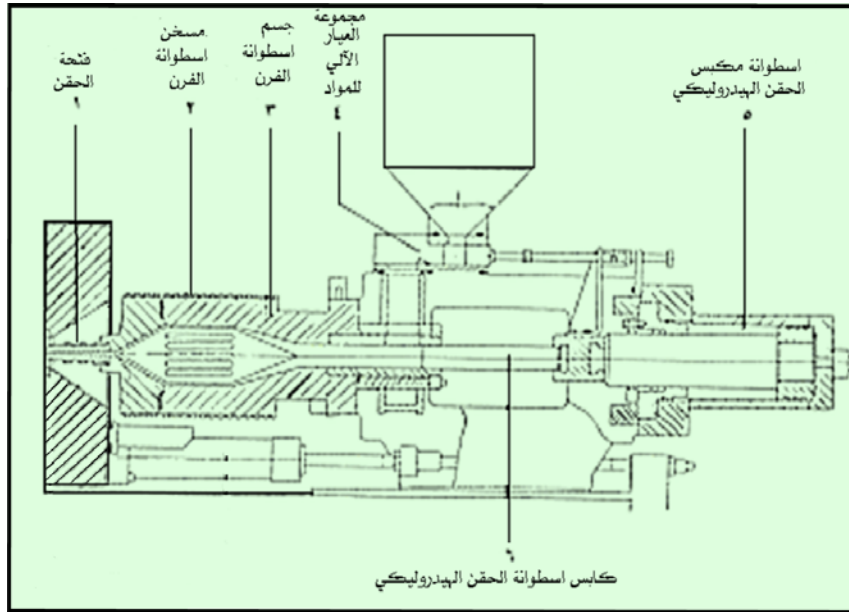
أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قمع التغذية ٢ - مكبس الحقن ٣ - وحدة حقن ٤ - وحدة تسخين ٥ - قالب تشكيل.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - وضع اللدائن (البلاستيك الحراري) في القمع الخاص بالآلة سواء كانت بشكل حبيبات أو مسحوق.
- ٢ - تدخل المواد من فتحة القمع السفلية إلى أسطوانة ضمنها فرن التسخين
- ٣ - تنصهر اللدائن تدريجياً في فرن التسخين إعداداً لحقنها متقدمة للأمام نحو فوهة الحقن.
- ٤ - تدفع اللدائن المصهورة إلى الأمام بكمية مناسبة بواسطة ذراع كباس لأسطوانة هيدروليكية تؤمن الحقن اللازم من فوهة الحقن إلى القالب المغلق.
- ٥ - يتم سريان اللدائن المصهورة في المجاري المخصصة في القالب لتعبئة تجاويف القطعة المطلوبة النهائية
- ٦ - رجوع ذراع كباس الأسطوانة الدافعة للمواد المصهورة وتلقي دفعة مواد أولية جديدة عن طريق القمع حيث تبدأ بالانصهار.

- ٧ - استمرار إغلاق القالب خلال فترة زمنية كافية لتبريد وتجميد القطعة المقلوبة
- ٨ - يفتح القالب ويتم تحرير القطعة المقلوبة خارج تجويف القالب °
- ٩ - يغلق القالب مرة أخرى لتكرار العملية من جديد °



شكل (١٩) مجموعة الصهر والحقن في آلة حقن مكبسية

التدريب العملي الثالث عشر: بثق اللدائن

عملية البثق هي الطريقة المثالية لتصنيع أشكال بلاستيكية ذات أحجام قياسية مثل الأنابيب والشرائط والألواح، وهي تصلح للمواد البلاستيكية الحرارية فقط.

الهدف من التدريب العملي:

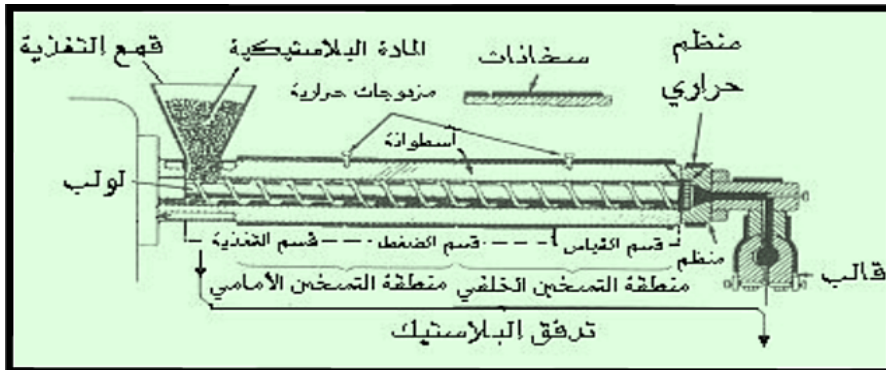
أن يقوم المتدرب بتنفيذ طريقة بثق اللدائن وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قمع التغذية ٢ - اللولب الدوار ٣ - أسطوانة التسخين ٤ - وحدة التبريد ٥ - اللقمة وهي قالب معدني قياسي الحجم حسب نوع المنتج.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - يملأ القمع بحبيبات البلاستيك الحراري إلى أسطوانة البثق.
- ٢ - يقوم اللولب الدوار الموجود داخل الأسطوانة أثناء دورانه بعجنها بشكل متجانس ومتماسك.
- ٣ - يتم التحكم بدرجة حرارة أسطوانة التسخين حسب الحاجة.
- ٤ - تدفع المادة المنصهرة إلى لقمة القالب (فوهة البثق).
- ٥ - يخرج القطاع البلاستيكي المنبثق من اللقمة إلى وحدة التبريد ليتصلب متخذاً شكله النهائي بعد تقطيعه إلى الأطوال أو المساحات المطلوبة أولفه على أسطوانات ذات أحجام وسعات معلومة.



شكل (٢٠) آلة قولبة بالبثق تبين مسار اللدينة من القمع إلى القالب

التدريب العملي الرابع عشر: تشكيل اللدائن بالنفخ

تعتبر طريقة تصنيع البلاستيك بالنفخ واحدة من العمليات الرئيسية في صناعة البلاستيك وتستخدم قوالب النفخ في إنتاج الأجزاء البلاستيكية من مواد التلدن بالحرارة ذات التجويف رقيق الجدران مثل القوارير والزجاجات..

طرق قولبة البلاستيك بالنفخ:

- أ - عملية النفخ عن طريق البثق.
- ب - عملية النفخ عن طريق الحقن.

الهدف من التدريب العملي:

- ١ - أن يقوم المتدرب بتنفيذ عملية النفخ عن طريق بثق البلاستيك وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.
- ٢ - أن يقوم المتدرب بتنفيذ عملية النفخ عن طريق حقن البلاستيك وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.
- ٣ - أن يشرح المتدرب الفرق بين النفخ عن طريق البثق والنفخ عن طريق الحقن بالبلاستيك ومعرفة العوامل المؤثرة على كل طريقة.

أولاً: عملية النفخ عن طريق البثق:

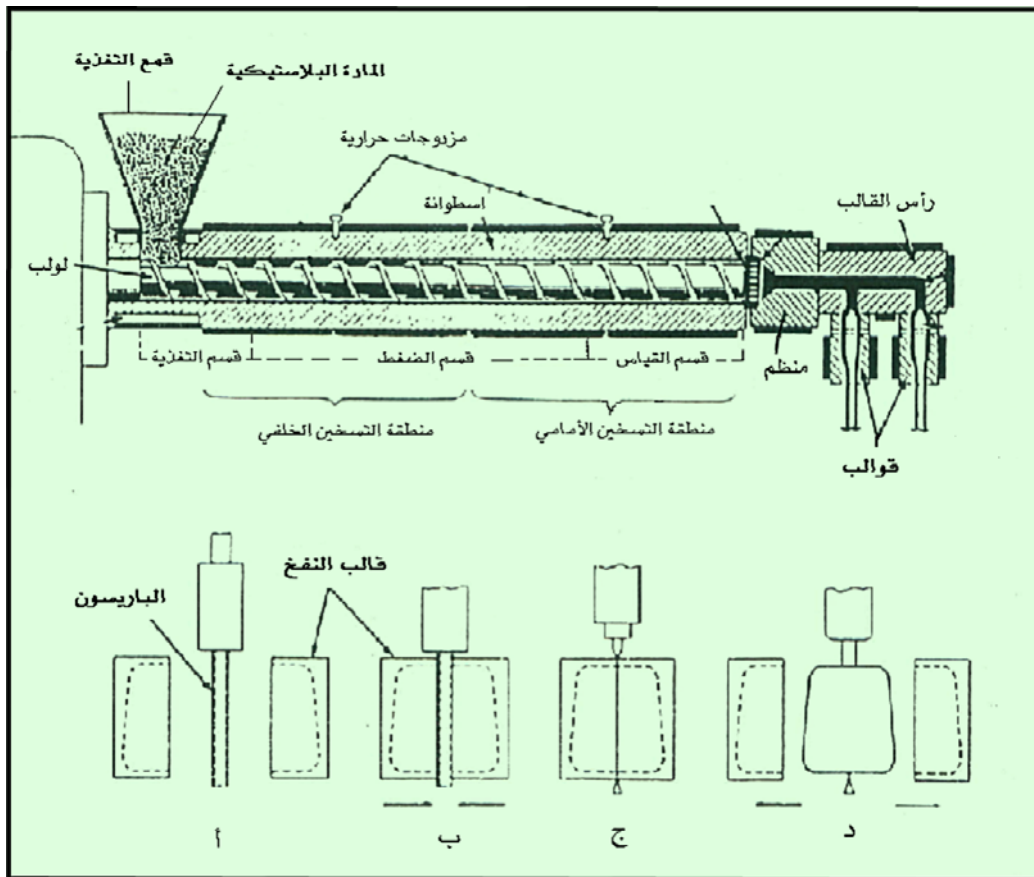
أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قمع التغذية ٢ - آلة البثق ٣ - قالب التشكيل بالنفخ ٤ - وحدة ضغط هواء ٥ - وحدة تبريد.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تغذية قمع التغذية بالمواد الأولية من اللدائن الحرارية اللازمة.
- ٢ - تشغيل السخانات لصهر المادة البلاستيكية وتليينها في الأسطوانة.
- ٣ - تخرج اللدائن من آلة البثق إلى مصفاة تحجز المواد الغريبة والأوساخ.
- ٤ - تدخل المواد إلى قالب البثق ويتم تشكيل أنبوب منصهر مجوف بين نصفي القالب المفتوح ينبثق من اللدائن الواصلة إليه عن طريق آلة البثق ويدعى (الباريسون).

- ٥ - يغلق نصفي القالب حول الأنبوب (الباريسون).
- ٦ - يقوم ضغط الهواء بنفخ الأنبوب المنصهر على حدود جدران القالب البارد ويملؤها تماماً آخذاً شكلها.
- ٧ - تتجمد اللدائن ضمن القالب بعد أخذها شكله بتأثير دورة التبريد بالمياه.
- ٨ - يفتح القالب وتحرر القطعة الموجودة فيه ليتلقى دفعة جديدة من الباريسون قبل أن يفلق ثانية.
- ٩ - تقطع النهايات (الزوائد) للمنتج النهائي في عملية التشطيب.



شكل (٢١) مقطع يبين وحدات القوالب والبثق في آلة قولبة بالنفخ ذات رأسين. ويوضح تتابع عملية القولبة بالنفخ خطوات (أ ، ب ، ج ، د).

ثانياً: عملية النفخ عن طريق الحقن:

تختلف هذه الطريقة عن الطريقة السابقة من ناحية تشكيل الباريسون ففي هذه الطريقة يتم إنتاجه بواسطة الحقن شكل (٢٢).

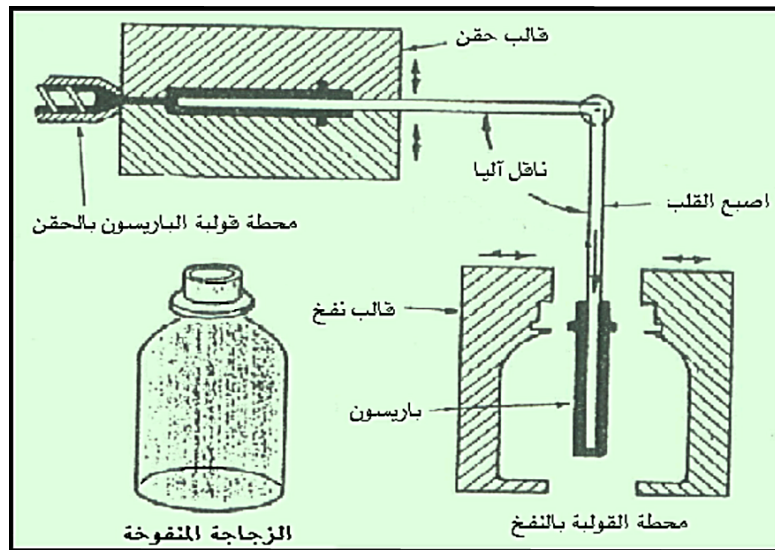
أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - آلة حقن ٢ - آلة نفخ ٣ - قالب حقن ٤ - قالب نفخ ٥ - وحدة تبريد ٦ - وحدة ضغط هواء
- ٧ - إصبع القلب (ذراع متحرك لنقل الباريسون) ٨ - قمع تغذية.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تغذية قمع التغذية بالمواد الأولية من اللدائن الحرارية اللازمة.
- ٢ - صهر المادة البلاستيكية.
- ٣ - يتم تشكيل الباريسون بالحقن في قالب الحقن.
- ٤ - ينقل الباريسون إلى قالب النفخ بواسطة الذراع المتحرك.
- ٥ - يغلق نصفي القالب حول الأنبوب.
- ٦ - يقوم ضغط الهواء بنفخ الأنبوب المنصهر على حدود جدران القالب ويملؤها تماماً آخذا شكلها.
- ٧ - تأخذ اللدائن شكل القالب وتتجمد بتأثير دورة التبريد بالمياه.
- ٨ - يفتح القالب وتحرر القطعة الموجودة فيه.

وتتميز هذه الطريقة بأن المنتج لا يحتاج إلى قطع الزوائد كما أنها تعطي سطح أملس متجانس وكذلك شكل العنق يكون مضبوطاً مما يعطي الفرصة لتصنيع الحاويات ذات الأشكال الغير تقليدية بهذه الطريقة إلا أن تكلفة مكائن النفخ عن طريق الحقن تكون أعلى من تكلفة مكائن النفخ عن طريق البثق وذلك لوجود قالبين وكذلك محطتين للقوالب فيها كما أن زمن المشوار فيها أطول من مكائن النفخ عن طريق البثق.



شكل (٢٢) رسم تخطيطي لعملية قوالبية النفخ عن طريق الحقن

التدريب العملي الخامس عشر: قوالبية البلاستيك بالضغط (الكبس)

تستخدم هذه الطريقة غالبا من أجل قوالبية البلاستيك المتصلب حراريا. إذ يتم وضع الكمية البلاستيكية الموزونة والمسخنة مسبقا في القالب، ثم تضغط لتأخذ الشكل المطلوب ويتألف عادة القالب المصنع من الفولاذ من جزأين مثبتتين على الآلة. ويتم تسخين القالب بواسطة قنوات يجري فيها ماء ساخن أو زيت ساخن أو بواسطة مقاومات حرارية، وبعد أن تتصلب القطعة يفتح القالب وتلفظ منه ويحسب زمن بقاء القطعة في القالب على أساس سماكتها ويتراوح عادة بين (10 إلى 20) ثانية. وتحتاج طريقة القوالبية بالضغط للعديد من العمليات المساعدة كالتشكيل والتسخين المسبق لمادة القوالبية وإزالة الزوائد المتكونة عند خط فصل القالب أو في أماكن الاتصال. ويتم تصنيع معظم أنواع اللدائن إما مباشرة من موادها الأولية التي تحضر عادة على شكل مسحوق أو أنه يتم كبس المادة الأولية إلى منتج أولى على شكل أقراص ثم تشكّل إلى المنتج النهائي بعملية ثانية.

الهدف من التدريب العملي:

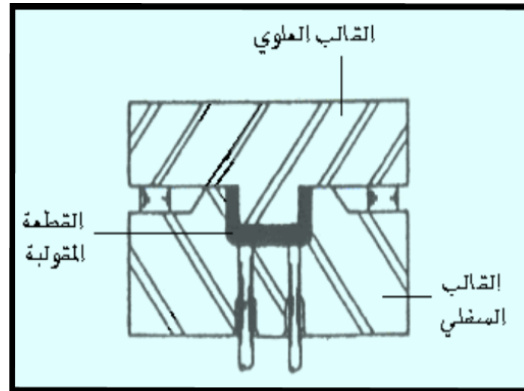
أن يقوم المتدرب بتنفيذ تدريب قوالبية البلاستيك بالضغط وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قالب علوي ٢ - قالب سفلي ٣ - وحدة تسخين.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - يتم تسخين القالب إلى درجة حرارة القولبة لكل مادة بلاستيكية.
- ٢ - تعبئة تجويف القالب بكمية موزونة ومحددة من المادة البلاستيكية المطلوب قولبتها أو أقراصها.
- ٣ - يغلق القالب وتحت تأثير الحرارة والضغط تتلدن المادة البلاستيكية ضمن التجويف.
- ٤ - تنصهر اللدائن آخذة شكل التجويف الموجود ضمن القالب المغلق بالضغط بواسطة مكبس.
- ٥ - يفتح القالب بعد إزالة الضغط لإخراج المنتج من التجويف وتحريره.
- ٦ - إعادة تنظيف القالب ثم إعادة تحضير القالب لعملية القولبة التالية.



شكل (٢٣) التشكيل في قالب بالضغط

مميزات قولبة البلاستيك بالضغط:

- ١ - إن تكاليف قوالب التشكيل اللازمة غير مرتفعة نتيجة لبساطة هذه القوالب.
- ٢ - قليل من اللدائن المشكلة معرضة للهدر من الرائش الزائد حول أطراف انطباق تجويف القالب.
- ٣ - يمكن قولبة أكثر من قطعة في عدة قوالب على مكبس واحد مما يجعل الاستثمار اللازم للآلة والقوالب أقل كلفة.

التدريب العملي السادس عشر: التشكيل الحراري لللدائن

تعتبر عمليات التشكيل الحراري لصفائح البلاستيك واحدة من العمليات الرئيسية في صناعة البلاستيك، ويساعد في ذلك قابلية صفائح البلاستيك الحراري للتلدن وإعادة التشكيل عندما تعرض للحرارة. وبشكل أساسي كل عمليات التشكيل الحراري تتم بواسطة ضغط التخلخل أو ضغط الهواء أو الضغط الميكانيكي أو مع بعضهم شكل (٢٤). ويعتمد اختيار المادة المستخدمة بحسب الخواص المطلوبة في المنتج كالوضوح، مقاومة التآكل، المتانة، المرونة، اللون.

الهدف من التدريب العملي:

أن يقوم المتدرب بتنفيذ عملية تشكيل حراري لللدائن وفق عوامل التشغيل المعطاة وفي الوقت المحدد.

أجزاء وأدوات التدريب العملي:

- ١ - قالب ٢ - وحدة تسخين ٣ - وحدة تبريد ٤ - وحدة هواء مضغوط.

خطوات تنفيذ التدريب العملي:

- ١ - تسخين المادة البلاستيكية بشكل منتظم.
- ٢ - وضع المادة البلاستيكية في القالب.
- ٣ - تشكيل المادة البلاستيكية على حسب شكل القالب المستخدم.
- ٤ - يستخدم التبريد المائي في تبريد القالب والتحكم في درجة حرارته.
- ٥ - إخراج القطعة المقولبة.

<p>التشكيل بالتلبس</p>  <p>القالب</p>	<p>التشكيل بالخلخلة</p>  <p>ماسك فتحات الخلخلة</p>	<p>تشكيل بالخلخلة بمساعدة غاطس</p>  <p>غاطس (ذكر) فتحات الخلخلة</p>	<p>تشكيل بالخلخلة مع إطباق ارتدادي</p>  <p>غاطس فتحات الخلخلة</p>
<p>تشكيل حر بالخلخلة أو الضغط</p>  <p>فوهة الخلخلة</p>	<p>تشكيل بضغط الهواء</p>  <p>هواء فوهة الخلخلة</p>	<p>تشكيل بضغط الهواء مع غاطس</p>  <p>هواء غاطس (ذكر)</p>	<p>تشكيل بضغط الهواء مع غاطس من الخلف</p>  <p>هواء غاطس (ذكر)</p>
<p>تشكيل ميكانيكي</p>  <p>ماسك</p>	<p>تشكيل ميكانيكي مع حلقة احكام</p>  <p>ماسك</p>	<p>تشكيل الحرف</p>  <p>ماسك</p>	<p>تشكيل قوسي</p>  <p>ماسك</p>

شكل (٢٤) نماذج مختلفة لطرق التشكيل الحراري للدائن

المحتويات

١	التدريبات العملية للوحدة الأولى
١	التدريب العملي الأول: اختبار شرر التجليخ
٣	التدريب العملي الثاني: اختبار الصلادة بطريقة ر كول
٤	التدريب العملي الثالث: اختبار الشد
٥	التدريبات العملية للوحدة الثانية
٥	التدريب العملي الرابع: صنع نموذج خشبي للسبابة الرملية
٨	التدريب العملي الخامس: خطوات السبابة الرملية
١٠	أولاً - خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب من الرمل بواسطة نموذج من جزء واحد:
	ثانياً - خطوات العمل اللازمة لتشكيل قالب من الرمل بواسطة نموذج من جزأين واستخدام قلب
١٢	(دليك):
١٤	التدريب العملي السادس: السبابة الدائمة للمعادن
١٧	التدريبات العملية للوحدة الثالثة
١٧	التدريب العملي السابع: تشكيل المعادن بالدرفلة
١٧	أولاً: عملية تقليل سمك المعدن بواسطة الدرفلة
١٨	ثانياً: عملية لف الألواح والأجسام الأسطوانية
٢٠	التدريب العملي الثامن: بثق المعادن
٢٢	التدريب العملي التاسع: تشكيل الألواح المعدنية (أفراد أسطوانة قائمة مقطوعة بمستوى مائل)
٢٢	أولاً - خطوات رسم الأفراد للأسطوانة:
٢٣	ثانياً - قص اللوح المعدني بالشكل المطلوب:
٢٥	التدريب العملي العاشر: التخريم وعمل التجاويف بالقص
٢٩	التدريب العملي الحادي عشر: السحب العميق للمعادن
٣٠	أولاً: السحبة الأولى
٣١	ثانياً: السحبة الثانية
٣٣	التدريبات العملية للوحدة الرابعة
٣٣	التدريب العملي الثاني عشر: حقن اللدائن
٣٥	التدريب العملي الثالث عشر: بثق اللدائن

٣٦	التدريب العملي الرابع عشر: تشكيل اللدائن بالنفخ
٣٩	التدريب العملي الخامس عشر: قولبة البلاستيك بالضغط (الكبس)
٤١	التدريب العملي السادس عشر: التشكيل الحراري لللدائن

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS